

副産物及び合成繊維を利用したポリマーセメントモルタルの強度特性

高知工業高等専門学校専攻科 学生員 ○谷田雄麻
 高知工業高等専門学校 正会員 横井克則
 株式会社羽根産業社 佃 幸壽
 和歌山工業高等専門学校 正会員 三岩敬孝

1. はじめに

基幹的な農業水利施設は農業生産の基盤であるばかりでなく、多面的な機能を発揮している重要な社会資本であるが、その多くが戦後に集中整備されてきたことから現在は老朽化が急速に進行し、耐用年数を超過した施設が増加している。この対策として、近年の不況等による国や地方の厳しい財政状況をふまえ、新設ではなく、補修、補強などが推進されている¹⁾。本研究は、気候に恵まれ農業が盛んな高知県に数多く存在する中小規模の農業用 RC 開水路を対象として、現在の水路補修に多く利用されているポリマーセメントモルタルへの産業副産物の有効利用及び構造的性能の向上を目指したものである。このために、ポリマーセメントにフライアッシュなどの混和材料や合成繊維を混入したときの力学的性能、さらに、補修された既設水路を想定した供試体を作製して、その構造的性能を確認するために各種強度試験を実施した。

2. 実験方法

2.1 使用材料と配合および供試体の作製方法

開水路の断面修復材として実用化されているポリマーセメントモルタルに含まれている石灰石微粉末(炭酸カルシウム、以下 L)を、同じ混入比にて高炉スラグ微粉末(以下 S)及びフライアッシュ(以下 F)によって置換したモルタルを練混ぜ、モルタル供試体(40×40×160mm)を作製した。ポリマーセメントの配合を表 1 に示す。次に、それらのモルタルを既設の RC 開水路を想定して先に製作した基盤用のコンクリート供試体(普通 27-8-20-N、100×50×400mm)に塗厚 50 mm で塗布することで断面修復を行った供試体の作製を行った。さらに、実用化されているポリマーセメントモルタルに、強度と防水性に優れたポリエチレン/ポリプロピレン(PE/PP)合成繊維を添加したものによって繊維の添加量や塗厚を変えて断面修復した供試体を作製した。断面修復した供試体の内訳を表 2 に示す。これらの供試体は、基盤コンクリートのみで 7 日間、断面修復してからさらに 21 日間、つまり合計で 28 日間になるように気中養生を行った。

断面修復した供試体の曲げ強度試験は JIS A 1106 に準じて行い、断面修復部の影響を確認するために修復面を下にして測定を行った。また、同時にダイヤルゲージを使用して変位の測定も行った。

2.2 試験方法

モルタル供試体の曲げ・圧縮強度試験は JIS A 1171 に、動弾性試験は JIS A 1127 に準じて行った。

断面修復した供試体の曲げ強度試験は JIS A 1106 に準じて行い、断面修復部の影響を確認するために修復面を下にして測定を行った。また、同時にダイヤルゲージを使用して変位の測定も行った。

3. 実験結果および考察

3.1 モルタル供試体の曲げ・圧縮強度

モルタル供試体の曲げ・圧縮強度を図 1 に示す。実験に

表 1 ポリマーセメントの配合

原料名		材料比(%)
普通セメント		21.8
天然砂		30.2
珪砂		18.5
置換混和材	置換なし(炭酸カルシウム)	22.8
	or 高炉スラグ微粉末	
	or フライアッシュ	
副原料		6.6

表 2 断面修復した供試体の内訳

配合名	断面修復材		備考
	材料	塗厚(mm)	
N50-L50	炭酸カルシウム	50	置換なし
N50-S50	高炉スラグ微粉末	50	置換あり
N50-F50	フライアッシュ	50	置換あり
N50-A25	PE/PP添加	25	繊維量0.08%
N50-B25	PE/PP添加	25	繊維量0.15%
N50-C25	PE/PP添加	25	繊維量0.23%
N50-B50	PE/PP添加	50	繊維量0.15%
N50-N50	コンクリート	50	基盤と同配合
N100-0	修復なし	0	高さ100mmにて作製
N50-0	修復なし	0	基盤のみ

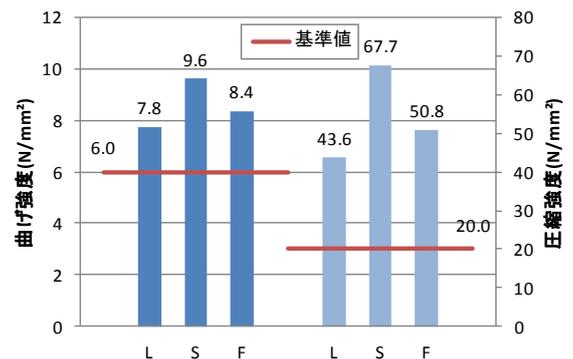


図 1 モルタルの曲げ・圧縮強度

よって得られた曲げ強度、圧縮強度はすべて、国土交通省告示第 1372 号で定める基準値を上回っているため、水路を補修する際の強度上の問題はないことが確認できる。また、L と比較して S、F の強度が向上していることも分かる。これは、炭酸カルシウムが短期材齢での強度を向上させるのに対して、高炉スラグ微粉末やフライアッシュは長期強度の発現性を向上させるものであるためと考えられる。

3.2 モルタル供試体の動弾性係数

動弾性係数の算出時に用いる共鳴振動数にばらつきがみられたため、それぞれの供試体において圧縮強度が大きくなるにつれて動弾性係数も大きくなるように整理したものを図 2 に示す。一般に圧縮強度が大きいと動弾性係数も大きくなると考えられ、これらの中に良好な相関関係がある場合、非破壊試験によって現場の施工管理に活用できることが期待される。今回の共鳴振動数のばらつきの原因として、モルタル供試体の断面寸法が小さかったことや、ポリマーセメントの副原料が正確な測定を妨げている可能性などが考えられる。

3.3 断面修復した供試体の曲げ強度(混和材置換)

混和材の置換を行ったモルタルにより断面修復を行った供試体の曲げ強度を図 3 に示す。N50-L50 と N50-S50 の曲げ強度はほとんど同じであったが、N50-F50 には置換の影響による強度の低下がみられ、これはモルタル単体での性能とは一致していない。これには基盤コンクリートの打ち継ぎ面の付着が関係していると思われる。L は炭酸カルシウムによって付着面でのセメントの水和反応が促進されたこと、F はフライアッシュのポゾラン反応が阻害されたことが原因と推察できる。

3.4 断面修復した供試体の曲げ強度(PE/PP 添加)

PE/PP 合成繊維を添加したモルタルによって断面修復した供試体の曲げ強度を図 4 に、曲げ応力と変位の関係を図 5 に示す。繊維の添加量 0.15% における曲げ強度が最大となり、塗厚による曲げ強度や応力と変位の関係に違いはみられなかった。さらに N50-N50 が脆性破壊したのに対して、N50-B50 は最大荷重による破壊後も 20~30% の応力が持続しておりじん性が確認できた。

4. まとめ

- (1) 産業副産物による炭酸カルシウムの置換には、総合的に判断して高炉スラグ微粉末が望ましい。
- (2) 既定の流量を確保すべき水路補修においては、塗厚が変化しても安定して性能を発揮する PE/PP 繊維の添加により修復厚さを薄くできることは、必要水量の確保に貢献することが期待できる。
- (3) PE/PP 繊維の添加により破壊後の粘り強さを得るので、予想以上の荷重による剥離や脱落を低減できる。

参考文献 1) 農林水産省農村振興局：農業水利施設の長寿命化のための手引き、2011 年 5 月

謝辞 本研究は文部科学省科学研究費基盤研究(B)「農業用 RC 開水路の機能保全に向けた対策工法の最適化に関する」(代表者：松本伸介(高知大学農学部)の支援を受けて実施した。ここに謝意を示す。

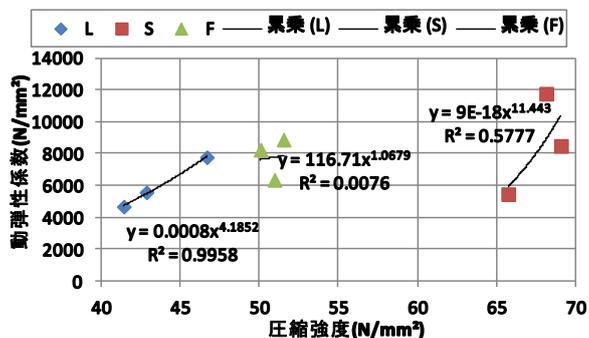


図 2 圧縮強度と動弾性係数の関係

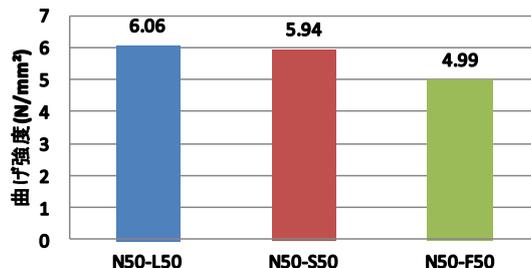


図 3 修復供試体の曲げ強度(混和材置換)

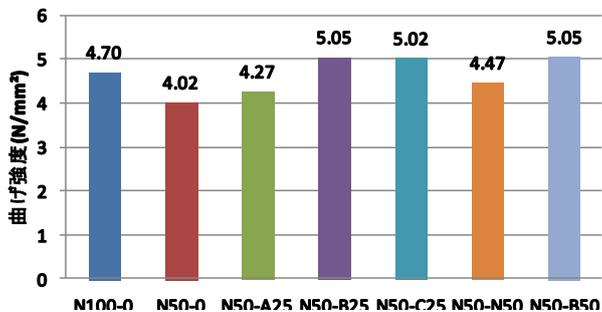


図 4 修復供試体の曲げ強度(PE/PP 添加)

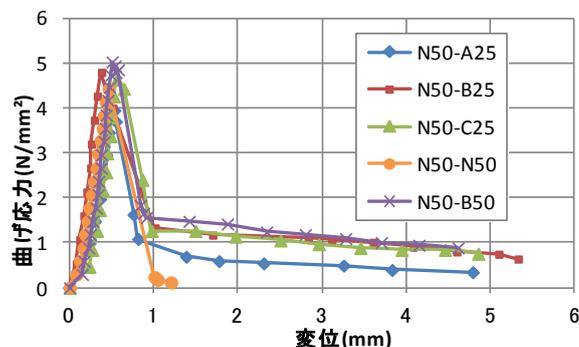


図 5 曲げ応力と変位の関係